



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.04.2010 Patentblatt 2010/16

(51) Int Cl.:
F26B 11/04 ^(2006.01) **F26B 3/347** ^(2006.01)
F26B 25/22 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09013127.7**

(22) Anmeldetag: **16.10.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **S-Tech GmbH**
26340 Zetel (DE)

(72) Erfinder: **Schrade, Karl Wilhelm**
26133 Oldenburg (DE)

(74) Vertreter: **Siekmann, Gunnar et al**
Jabbusch Siekmann & Wasiljeff
Hauptstraße 85
26131 Oldenburg (DE)

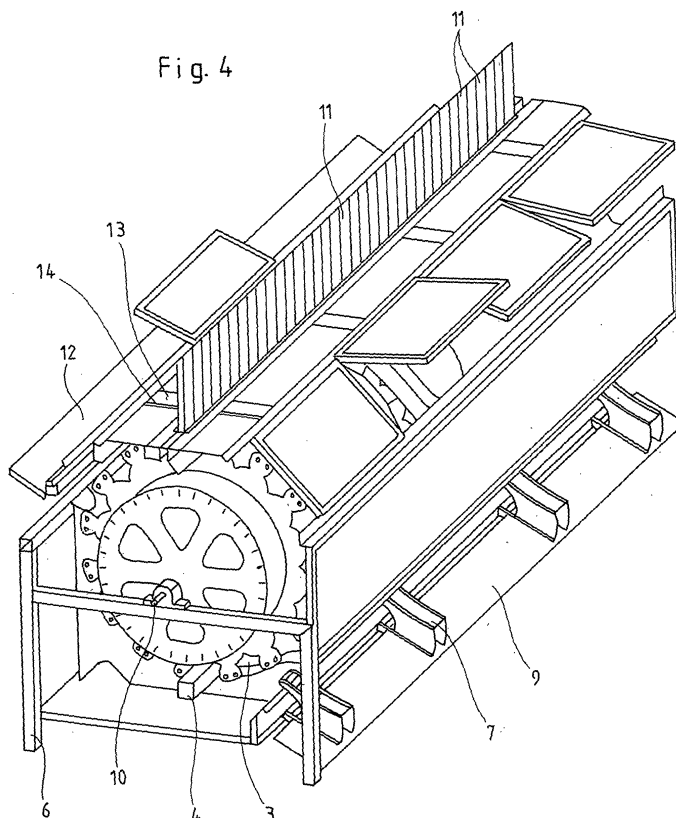
(30) Priorität: **18.10.2008 DE 102008052289**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen einer Vielzahl von Holzstücken**

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Trocknen einer Vielzahl von Holzstücken, insbesondere von Bauholz, wobei die Holzstücke (4) unter Einsatz von Mikrowellenstrahlung erwärmt und dadurch getrocknet werden, wird zur Erzielung einer besonders gleichmäßigen Trocknung jedes Holzstück (4) einzeln einer Vielzahl

von Mikrowellenerzeugern (11) zugeführt, die das Holzstück (4) abschnittsweise erwärmen. Bei jedem Abschnitt werden die Trocknungsparameter, insbesondere Feuchtigkeit und Temperatur, ermittelt und daraus wird Leistung des Mikrowellenerzeugers (11) im darauf folgenden Erwärmungsschritt bestimmt. Auf diese Weise wird eine besonders gleichmäßige Trocknung erreicht.

Fig. 4



Beschreibung

[0001] Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen einer Vielzahl von Holzstücken, insbesondere von Bauholz, wobei die Holzstücke unter Einsatz von Mikrowellenstrahlung erwärmt und dadurch getrocknet werden.

[0002] Die Trocknung von Bauholz erfolgt im industriellen Maßstab in der Regel bisher so, dass dieses palettiert und für etwa acht Tage in eine Wärmekammer eingebracht wird. Diese Zeit kann dadurch verkürzt werden, dass das Holz für etwa 48 Stunden in eine Vakuumkammer eingebracht wird und dort erwärmt wird. Dadurch wird zwar die Verfahrensdauer abgesenkt, jedoch der Energiebedarf weiter erhöht.

[0003] Eine sorgfältige Trocknung des Bauholzes ist jedoch notwendig, da dieses in der Regel feucht gesägt und dann gleichmäßig getrocknet werden muss. Bei einer ungleichmäßigen Trocknung würden sich die Bretter oder Balken sonst verziehen.

[0004] In den Druckschriften EP 0 851 996 B1 und EP 1 072 567 B1 ist bereits die Trocknung von Holz unter Verwendung von Mikrowellenenergie vorgeschlagen worden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit denen eine besonders gleichmäßige Trocknung des Holzes möglich ist.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0007] Bei einem Verfahren zum Trocknen einer Vielzahl von Holzstücken, insbesondere von Bauholz, wobei die Holzstücke unter Einsatz von Mikrowellenstrahlung erwärmt und dadurch getrocknet werden, ist erfindungswesentlich vorgesehen, dass die Holzstücke vereinzelt werden und dass jedes Holzstück einzeln der Mikrowellenstrahlung ausgesetzt wird. Weiterhin wird jedes Holzstück durch mehrere Mikrowellenerzeuger erwärmt, wobei die Mikrowellenerzeuger individuell steuerbar sind. Dadurch ist eine erfindungsgemäße individuelle Behandlung einzelner Holzstücke möglich, so dass in Abhängigkeit von individuellen Parametern das Bauholz derart getrocknet werden kann, dass ein Verzug des Bauholzes vermieden wird.

[0008] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird jedes Holzstück auf seine Trocknungsparameter, insbesondere Temperatur und Feuchtigkeit, überprüft wird bzw. diese Parameter ermittelt werden. Dies geschieht insbesondere so, dass während oder nach einer Erwärmung eines Holzstückes Luft abgesaugt wird und der Feuchtigkeitsgehalt der abgesaugten Luft ermittelt wird und daraus auf den Feuchtegehalt des Holzstückes geschlossen wird. Die Temperatur wird bevorzugt durch einen auf das Holzstück gerichteten Infrarotsensor ermittelt. In Abhängigkeit von den so ermittelten Werten wird dann die Leistung der Mikrowellenerzeuger geregelt

und es wird eine individuelle Beaufschlagung des Stückes mit Mikrowellenenergie durchgeführt.

[0009] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Trocknungsparameter abschnittsweise ermittelt und die Mikrowellenerzeuger werden entsprechend abschnittsweise gesteuert. Bevorzugt sind auf einem Meter Länge zwischen drei und 20, insbesondere zwischen fünf und 12, insbesondere 8 bis 10 Abschnitte gebildet, in denen jeweils ein Mikrowellenerzeuger angeordnet ist und in dem Luft abgesaugt wird und darin der Feuchtegehalt bestimmt wird. Ergänzend wird bevorzugt in jedem dieser Abschnitte eine Temperaturmessung des Holzstückes, bevorzugt über einen Infrarotsensor durchgeführt. Aus diesen Daten wird für das Holzstück abschnittsweise Temperatur und Feuchtegehalt ermittelt und bei einer bevorzugt mehrfachen Beaufschlagung des Holzstückes mit Mikrowellenenergie wird bei der nächsten Beaufschlagung des Holzstückes die Leistung der einzelnen Mikrowellenerzeuger in Abhängigkeit von den zuvor erhaltenen Messergebnissen gesteuert. In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Holzstücke zwischen den einzelnen Beaufschlagungen mit Mikrowellenenergie gedreht, so dass die Mikrowellenenergie von verschiedenen Seiten auf das Holzstück strahlt. Bevorzugt werden Kanthölzer jeweils um 90° gedreht und werden dann insgesamt viermal (oder einem Vielfachen von vier) mit Mikrowellenenergie beaufschlagt.

[0010] Ein anderer Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Trocknen von Holzstücken, insbesondere von Bauholz, mit mindestens einem Mikrowellenerzeuger, insbesondere zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens. Bei dieser Vorrichtung ist erfindungswesentlich, dass die Vorrichtung Aufnahmen für einzelne Holzstücke aufweist und dass die Aufnahmen für die einzelnen Holzstücke relativ zu dem Mikrowellenerzeuger bewegbar sind, so dass jedes Holzstück einzeln der Mikrowellenstrahlung ausgesetzt werden kann. Außerdem weist die Vorrichtung eine Mehrzahl von Mikrowellenerzeugern zur abschnittweisen Bestrahlung der Holzstücke mit Mikrowellenenergie auf.

[0011] Weiterhin ist die Vorrichtung dabei bevorzugt trommelartig ausgebildet und die Aufnahmen sind in dem Außenumfang der Trommel ausgebildet. Auf diese Weise ist eine individuelle Beaufschlagung der Holzstücke mit Mikrowellenenergie möglich. Bevorzugt sind die Mikrowellenerzeuger stationär und die Aufnahmen mit den darin aufgenommen Holzstücken werden an den Mikrowellenerzeugern vorbeigeführt. Auf diese Weise können Holzstücke mehrfach an demselben Mikrowellenerzeuger vorbeigeführt werden. Alternativ ist auch die Ausbildung einer Bearbeitungsstraße denkbar, an der an verschiedenen Stationen jeweils mehrere Mikrowellenerzeuger angeordnet sind, so dass auf diese Weise eine mehrfache Behandlung der Holzstücke mit Mikrowellenenergie erreicht wird. Am Außenumfang der Trommel sind bevorzugt abschnittsweise Absaugstutzen angeordnet, die in ihrer Anordnung zu parallel dazu angeord-

neten Mikrowellenerzeugern korrespondieren. Nach Bestrahlung des Holzstückes mit Mikrowellenenergie wird in verschiedenen Abschnitten die Luft abgesaugt und die darin enthaltene Feuchtigkeit gemessen. Weiterhin wird mit einem Infrarotsensor auch abschnittsweise die Temperatur des Holzstückes ermittelt. Aus diesen und eventuell weiteren Werten wird dann die Energie des Mikrowellenerzeugers für jeden Abschnitt für den nächsten Umlauf ermittelt. Auf diese Weise kann eine sehr gleichmäßige Trocknung des Holzstückes erfolgen. Die Mikrowellenerzeuger sind bevorzugt parallel zur Trommelachse angeordnet.

[0012] In einer anderen besonders bevorzugten Ausgestaltung sind die Aufnahmen derart ausgestaltet, dass die Holzstücke bei einem Umlauf gedreht werden. Bevorzugt erfolgt pro Umlauf eine Drehung der Holzstücke um 90°. In der bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann durch Auswertung der Temperatur und Feuchtigkeitwerte in einem bestimmten Abschnitt auch eine Astlocherkennung durchgeführt werden. Astlöcher verhalten sich hinsichtlich der Temperaturerhöhung und Feuchtigkeitsausdünstung signifikant anders als astlochfreie Holzabschnitte. Durch die abschnittsweise Überprüfung dieser Werte kann festgestellt werden, ob sich in einem bestimmten Abschnitt ein Astloch befindet und ein dermaßen erkanntes Holzstück kann ausgesondert werden.

[0013] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter erläutert. Im Einzelnen zeigen die schematischen Darstellungen in:

Fig. 1: eine perspektivische Ansicht eines Teils der erfindungsgemäßen Vorrichtung ohne obere Aufbauten;

Fig. 2: einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung;

Fig. 3: eine erste perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 4: eine zweite perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

[0014] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 in perspektivischer Ansicht dargestellt, wobei ein Teil der oberen Aufbauten nicht dargestellt ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Trommel 2 auf, die auf einer Achse 10 gedreht wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Drehrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn links herum. Auf der Trommel sind im Bereich des Umfangs Aufnahmen 3 für die Holzstücke 4 vorgesehen. Die Holzstücke 4 sind typischerweise Bretter oder Vierkantbalken, die sich über eine Länge von mehreren Metern erstrecken und gleichmäßig in der Vorrichtung 1 getrocknet werden sollen. Die Trommel 2 weist zur Aufnahme dieser Holzstücke 4 mehrere Ringe 15, im vor-

liegenden Fall sechs Ringe 15 auf, die im Außenumfang über nach außen offene Aufnahmen verfügen, in die die Holzstücke 4 eingelegt werden. Die Geometrie der Aufnahmen 3 ist größer als die Holzstücke 4 und erlaubt ein gezieltes Verrutschen innerhalb der Aufnahme, so dass innerhalb eines Trommelumlaufs das Holzstück gedreht wird. Dieser Punkt wird noch mit größerer Genauigkeit unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben. Unterhalb der Aufnahmen 3 sind die Ringe durch ein metallisches Gitter 5 miteinander verbunden, wodurch das Innere der Vorrichtung 1 als eine Art Rohr ausgebildet ist, auf dessen Außenumfang sich der äußere Bereich der Ringe 15 mit den Aufnahmen 3 erstreckt. Das Gitter 5 ist insbesondere mikrowellenundurchlässig ausgebildet. An den Seiten ist die Trommel 2 durch ein Gehäuse 6 verkleidet. Unterhalb der Trommel 2 sind Führungselemente 7 erkennbar, auf denen im unteren Bereich die Holzstücke 4 geführt werden und diese verhindern, dass die Holzstücke 4 aus den offenen Aufnahmen 3 herausfallen. Auf der vorderen Seite ist eine schwenkbare Klappe 9 mit Ausschleusführungen 8 erkennbar, die in der Fig. 1 aufgeklappt dargestellt ist.

[0015] In Fig. 2 ist ein Querschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 dargestellt, bei der auch die Komponenten in der oberen Hälfte dargestellt sind. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Der Rahmen 6 weist eine Querstange auf, auf der die Achse 10 der Trommel 2 gelagert ist. Im Außenbereich der Trommel 2 sind die Aufnahmen 3 mit den darin enthaltenen Holzstücken 4 angeordnet. Im unteren Bereich sorgen die Führungselemente 7 dafür, dass die Holzstücke 4 in den Aufnahmen 3 bleiben. Im linken Bereich ist eine Klappe 12 dargestellt, bei der die Holzstücke 4 in die Trommel 2 eingeschleust werden. Bei dem dort direkt mit 4 gekennzeichneten Holzstück ist eine Seite mit einem Pfeil markiert. Verfolgt man den Umlauf des Holzstückes, so erkennt man gegenüber dem darüberliegenden Holzstück 4, dass eine Drehung um 90° während eines Umlaufs erfolgt ist. Dies liegt an der geometrischen Ausgestaltung mit insgesamt drei Eckbereichen. Bezieht man in die Aufnahme 3 die Führungsfläche 7 ein, so ist die Aufnahme insgesamt fünfseitig und fünfeckig, was dazu führt, dass das vierkantige Holzstück darin dreht. Die Ausschleusklappe 9 ist hier ebenfalls geöffnet und auf der Ausschleusfläche 8 wird ein Holzstück ausgeschleust. Die Holzstücke 4 können jedoch auch mehrere Umläufe in der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 durchlaufen. Dazu wird dann die Ausschleusklappe 9 geschlossen. In der Vorrichtung 1 ist an der oberen Seite 11 ein Mikrowellenerzeuger 11 dargestellt. In der geschnittenen Frontansicht ist hier nur ein Mikrowellenerzeuger 11 zu erkennen, jedoch sind insgesamt eine Vielzahl von Mikrowellenerzeugern 11 hintereinander angeordnet. Dies wird mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 weiter erläutert. Die Drehrichtung der Trommel ist in dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel entgegen dem Uhrzeigersinn, also nach links. In der dem Mikrowellenerzeuger 11 nachgeordneten Position 13 ist

ein Wärmesensor, insbesondere ein Infrarotsensor vorgesehen, der die Temperatur des Holzstücks 4 ermittelt. Weiterhin sind an dieser Position mit 14 gekennzeichnete Absaugeinrichtungen vorgesehen, die die von dem erwärmten Holzstück abgegebene Luft absaugen. Mit in den Absaugeinrichtungen 14 integrierten Feuchtemessern wird der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ermittelt. Aus der Temperaturmessung mit dem Infrarotsensor 13 und der Messung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft wird auf die verbliebene Restfeuchte in dem Holzstück 4 geschlossen. Bei Beginn der Bearbeitung haben die Holzstücke typischerweise eine Feuchtigkeit von 70 % bis 80 %, die im Laufe des Verfahrens auf 15 % bis 20 % reduziert wird. Dazu sind typischerweise mehrere Umläufe, bevorzugt etwa 12 Umläufe notwendig. Dazu ist günstigerweise noch im unteren Bereich eine Waage 20 in den Boden integriert, die das Gewicht des Holzstückes ermittelt und von einer elektronischen Auswerteeinrichtung dann eine Entscheidung getroffen wird, ob das Holzstück aus dem Prozess ausgeschleust wird. Entsprechend wird dann die Ausschleuseinrichtung 9 ausgeklappt und das Holzstück 4 ausgeschleust.

[0016] In den Fig. 3 und 4 ist die Vorrichtung in verschiedenen perspektivischen Ansichten dargestellt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 weist an seiner Oberseite eine Vielzahl von hintereinander angeordneten Mikrowellenerzeugern 11 auf. Unterhalb der Abdeckung ist mit den Bezugszeichen 13, 14 angedeutet, dass dort die Temperatursensoren 13 und Absaugeinrichtungen 14 angeordnet sind. Diese sind ebenfalls abschnittsweise angeordnet und zwar entsprechend den durch die Mikrowellenerzeuger 11 definierten oder vorgegebenen Abschnitten. So kann jedem Abschnitt eines Holzstücks 4, das durch einen Mikrowellenerzeuger 11 beaufschlagt worden ist, ein Temperaturwert und ein Feuchtigkeitswert zugeordnet werden. Auf diese Weise kann für jeden Abschnitt des Holzstücks 4 ein Feuchtigkeitswert ermittelt werden und entsprechend für den nächsten Umlauf eine bestimmte Leistung für den Mikrowellenerzeuger 11 vorgegeben werden, so dass insgesamt eine möglichst gleichmäßige Trocknung des Holzes erfolgt. Aus den abschnittsweise erhaltenen Werten für Temperatur und Feuchtigkeit kann auch auf das Vorhandensein von Astlöchern geschlossen werden. Diese zeichnen sich nämlich durch ein besonderes Temperatur- und Feuchtigkeitsverhalten aus. Bei der hier geöffneten Klappe 12 erfolgt die Einschleusung der Holzstücke 4 in die Aufnahmen 3 der Trommel 2.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen einer Vielzahl von Holzstücken, insbesondere von Bauholz, wobei die Holzstücke (4) unter Einsatz von Mikrowellenstrahlung erwärmt und **dadurch** getrocknet werden, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jedes Holzstücke (4) vereinzelt der Mikrowel-

lenstrahlung ausgesetzt wird,

dass jedes Holzstück (4) durch mehrere Mikrowellenerzeuger (11) erwärmt wird, wobei die Mikrowellenerzeuger (11) individuell und abschnittsweise steuerbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** von jedem Holzstück (4) seine Trocknungsparameter, insbesondere Temperatur und Feuchtigkeit, ermittelt werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** während oder nach einer Erwärmung eines Holzstückes (4) Luft abgesaugt wird und dabei der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ermittelt und daraus auf den Feuchtegehalt des Holzstücks geschlossen wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Trocknungsparameter abschnittsweise ermittelt werden.
5. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jedes Holzstück (4) mehrfach einer Mikrowellenstrahlung ausgesetzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jedes Holzstück (4) zwischen den einzelnen Mikrowellenerwärmungen gedreht wird, so dass die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie von einer anderen Seite des Holzstücks (4) erfolgt, als bei der vorhergehenden Bestrahlung.
7. Vorrichtung zum Trocknen von Holzstücken (4), insbesondere von Bauholz, mit mindestens einem Mikrowellenerzeuger (11), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (1) Aufnahmen (3) für einzelne Holzstücke (4) aufweist, und **dass** die Aufnahmen (3) für die einzelnen Holzstücke (4) relativ zu dem Mikrowellenerzeuger (11) bewegbar sind, **dass** jedes Holzstück (4) einzeln der Mikrowellenstrahlung ausgesetzt werden kann, und **dass** die Vorrichtung eine Mehrzahl von Mikrowellenerzeugern (11) zur abschnittweisen Bestrahlung der Holzstücke (4) mit Mikrowellenenergie aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (1) trommelartig ausgebildet ist und die Aufnahmen (3) auf dem Außenumfang der Trommel (2) ausgebildet sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Aufnahmen (3) derart gestaltet sind, dass die Holzstücke (4) bei einem Umlauf der Trommel (2) gedreht werden.

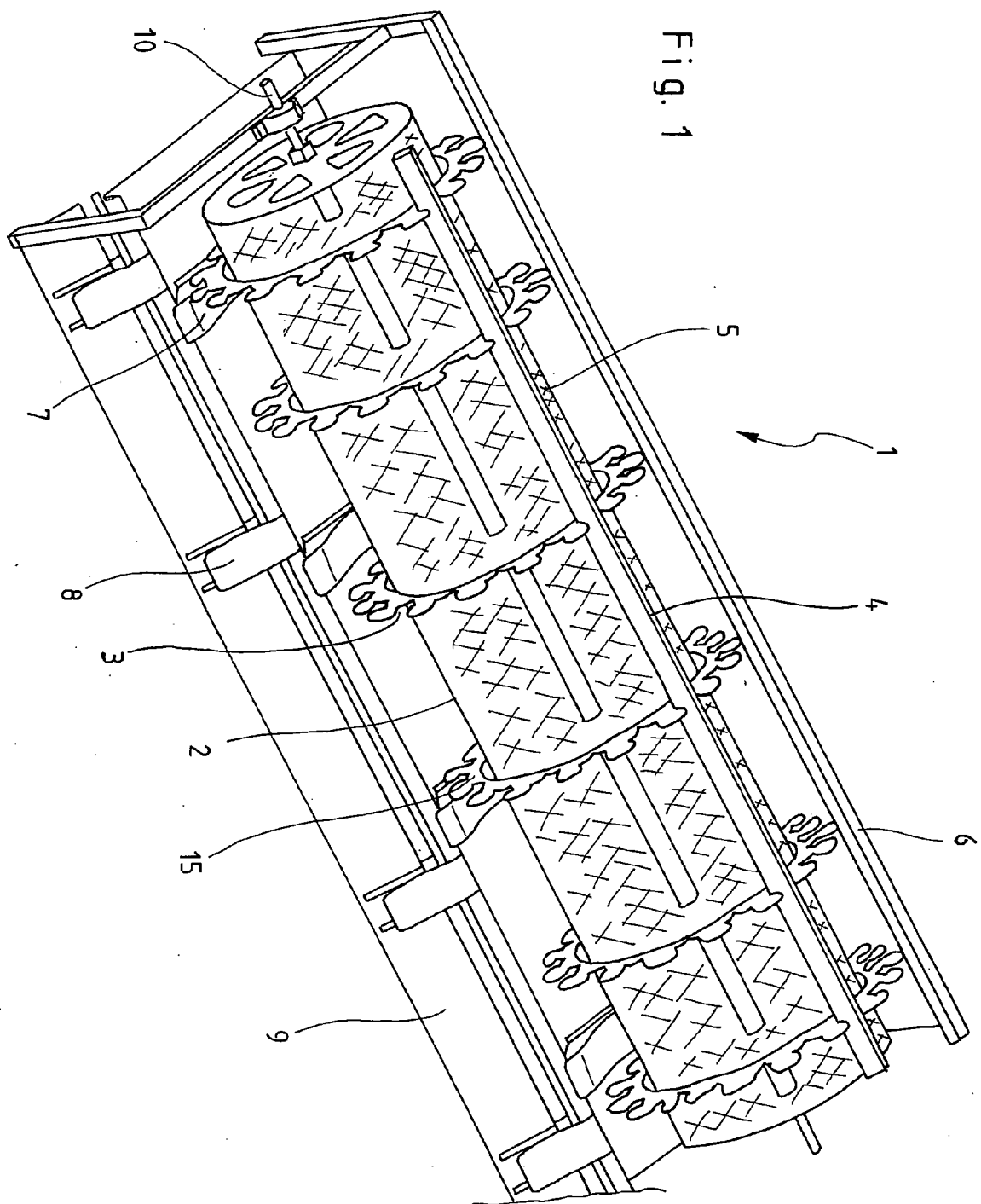
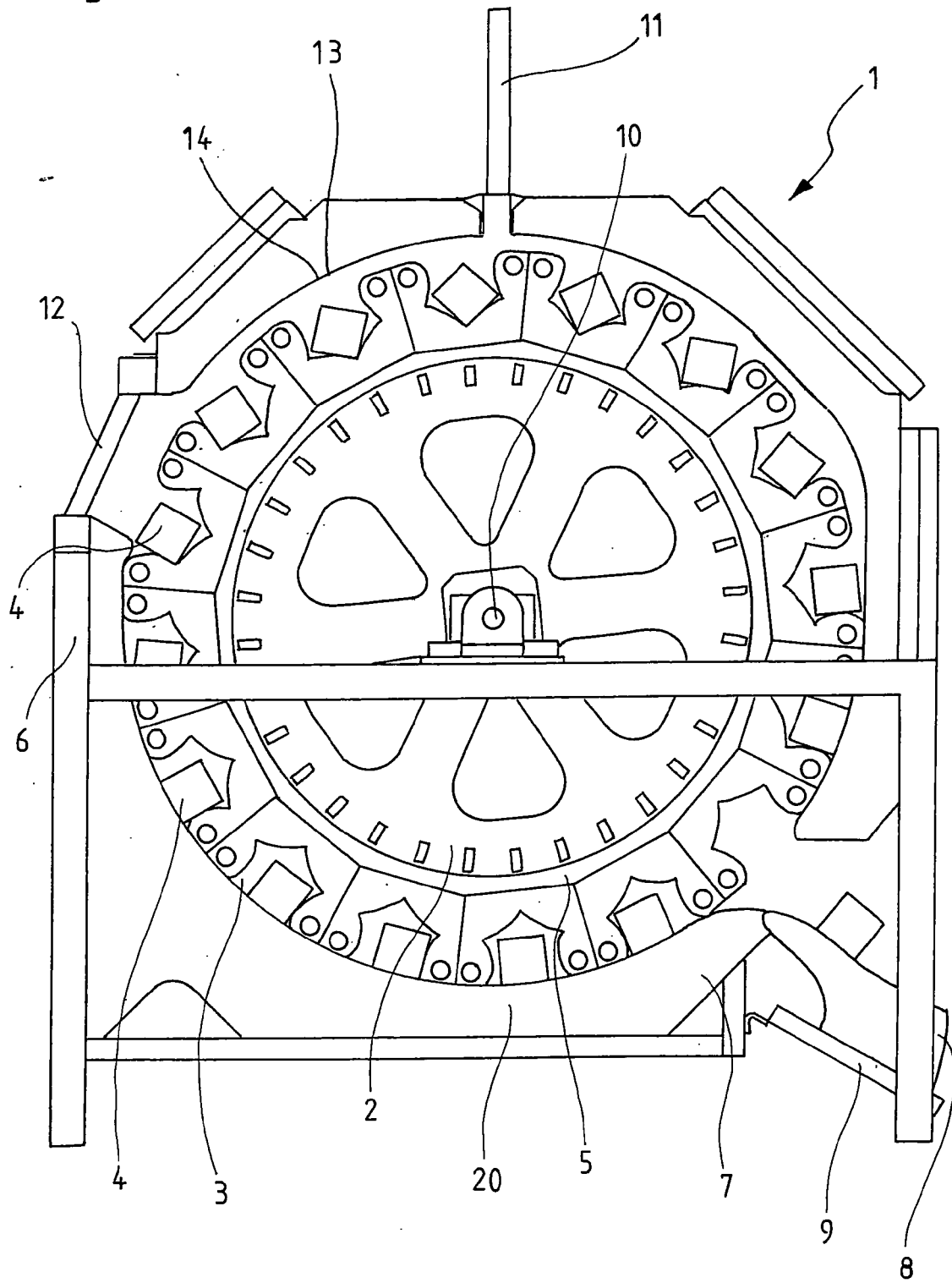


Fig. 2



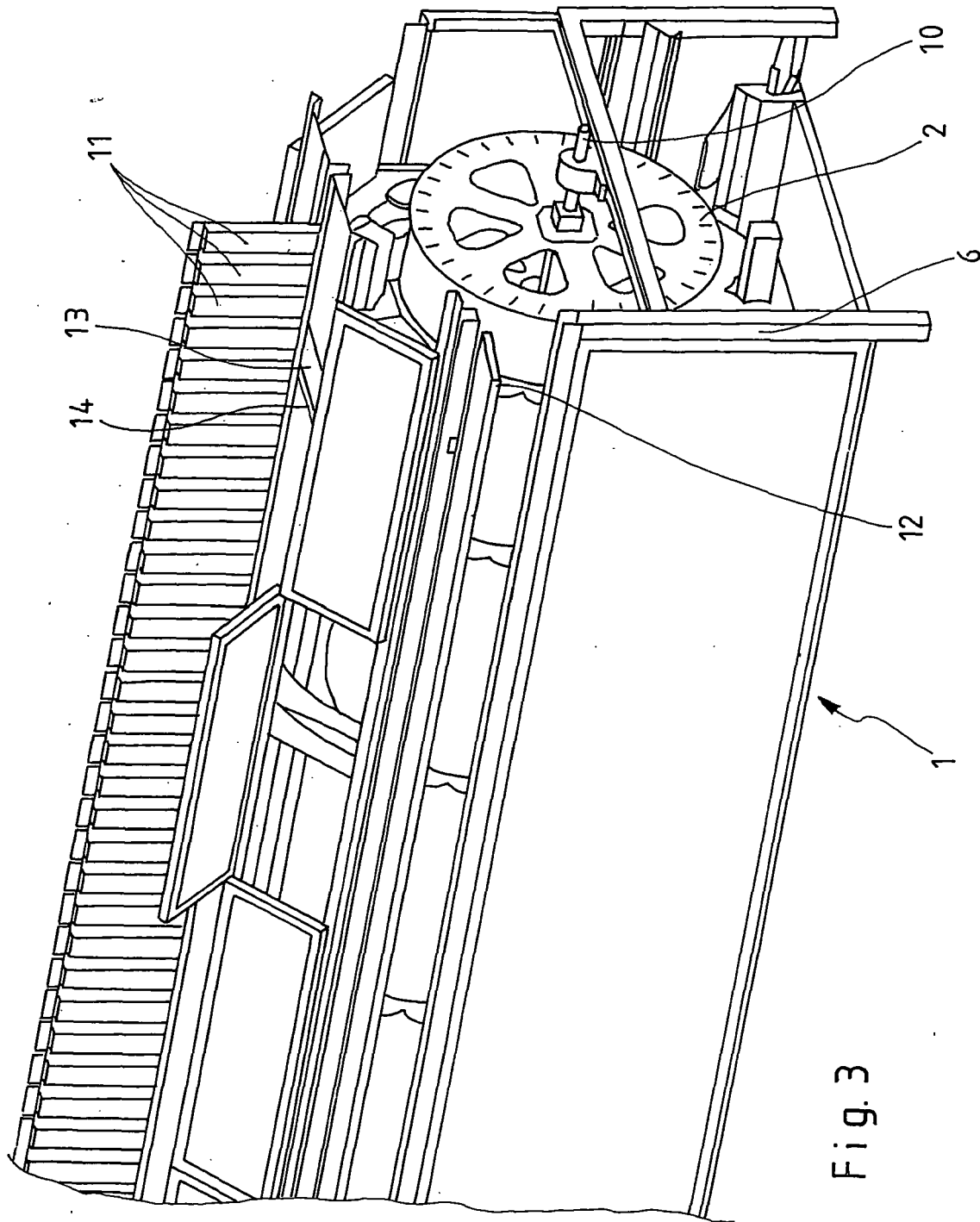
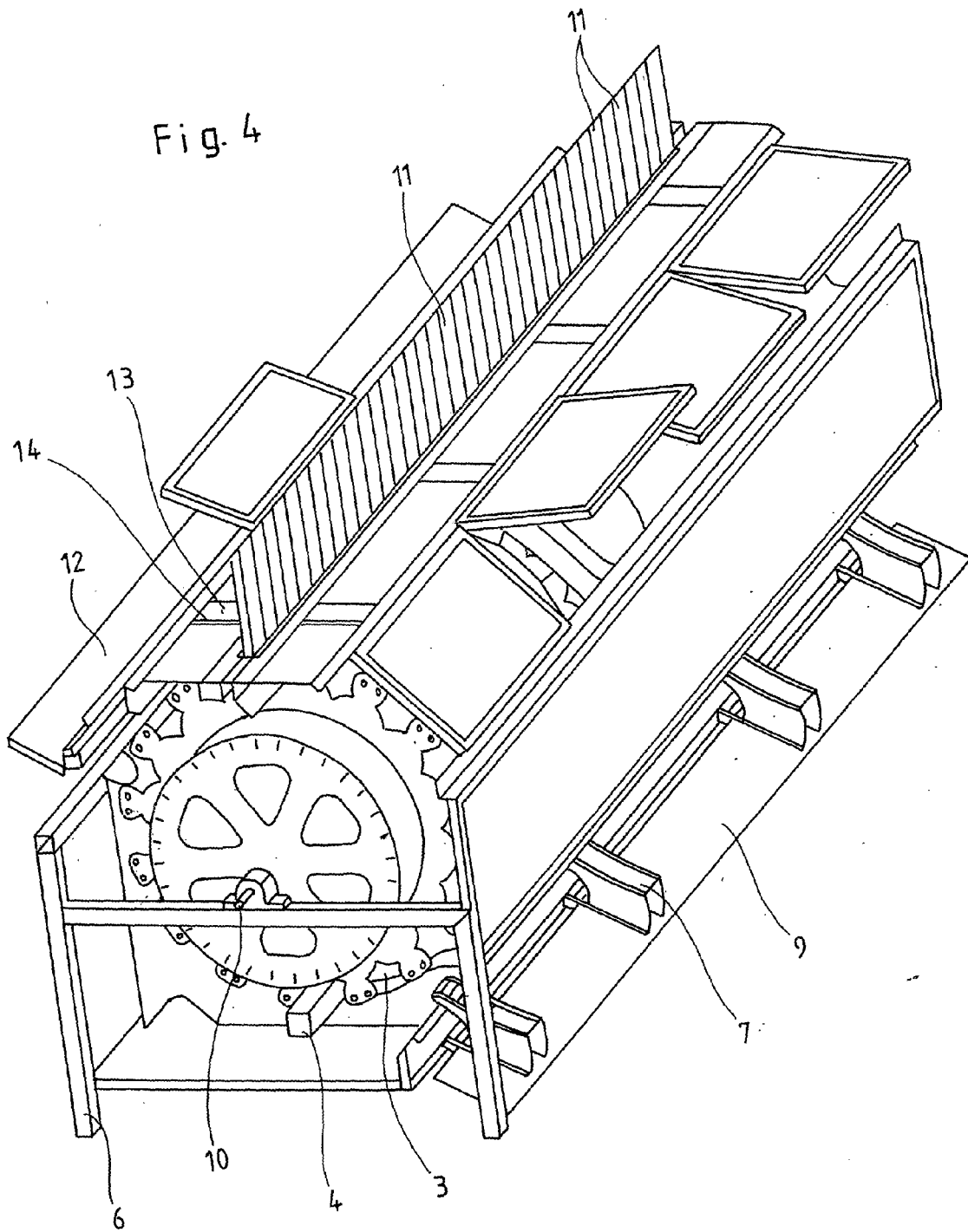


Fig. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0851996 B1 [0004]
- EP 1072567 B1 [0004]